

# ผลของการบรรจุแบบสุญญากาศต่อคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของปลาสมนครนายก

## EFFECT OF VACUUM PACKING ON CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF NAKHON-NAYOK TRADITIONAL FERMENTED FISH (PLA-SOM)

ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์\* พรรณทิพา เจริญไทยกิจ ชีวรัตน์ อธิธิโสภณกุล น้ำฝน รักชุมแก้ว พิสุทธิ หนักแน่น  
Paramaporn Kerdsup\*, Phantipha Charoenthakij, Teerarat Itthisoponkul, Numfon Rakkhumkaew, Phisut Naknean

คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University.

\*Corresponding author, E-mail: paramapornk@swu.ac.th

### บทคัดย่อ

ปลาสมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปลาหมักจากปลาน้ำจืดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากการปล่อยให้เกิดการหมักตามธรรมชาติทำให้แบคทีเรียแลคติกยังทำงานและผลิตกรดตลอดระยะเวลาเก็บรักษาทำให้กลิ่นรสของปลาสมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ปลาสมนครนายกที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศและแบบมีอากาศปกติ โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30°C) และอุณหภูมิเย็น (4°C) จากการศึกษพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ค่า TBA และค่าการสูญเสีย น้ำหนักไปในทิศทางที่ส่งผลเสียต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็น และการใช้บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศไม่ช่วยส่งเสริมให้การเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิดีขึ้น ส่วนคุณภาพด้านจุลินทรีย์นั้นการเก็บรักษาปลาสมที่อุณหภูมิห้องด้วยบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศช่วยลดจำนวนของ *E. coli* และ Coliform ได้ ส่วน *Salmonella* ตรวจไม่พบเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ทั้งสองสภาวะการบรรจุ แต่การเปลี่ยนแปลงด้านเคมีและจุลินทรีย์ไม่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด อย่างไรก็ตามควรมีการปรับปรุงด้านสุขลักษณะการผลิตเนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาสมนครนายกยังไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนด้านจุลินทรีย์

คำสำคัญ: ปลาสม บรรจุภัณฑ์สุญญากาศ

### Abstract

Pla-som is a fermented food product made from fresh water fish. The shelf life of Pla-som is very short because the spontaneous fermentation by active lactic acid bacteria has an effect on the sensory characteristics of the product. The aim of this research was to study the chemical and microbiological characteristics and the acceptability of Pla-som from Nakorn-Nayok preserved in vacuum and non-vacuum packaging at room temperature (30°C)

and cold storage (4°C). The results revealed that the storage of Pla-som at room temperature caused faster changes in pH, TBA value and weight loss and further decreased the sensory characters of the product. The use of vacuum packaging did not enhance the preservation in both storage temperatures. For the microbiological quality, storage of Pla-som in non-vacuum packaging at room temperature reduced number of *E. coli* and coliform. *Salmonella* was not detected after storing at room temperature for 7 days in both type of packages. However, the change in chemical and microbiological characteristics of Pla-som did not have an effect on acceptability score of fried product. In addition, Pla-som production in Nakorn-Nayok should be improved in term of hygienic practices because microbial quality of the product does not comply with community standard of Pla-som.

**Keywords:** Pla-Som, Vacuum Packaging

## บทนำ

ปลาสด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักปลาสดทั้งตัวที่ตัดแต่งแล้วกับส่วนผสมต่างๆ เช่น ข้าวเหนียวหนึ่ง กระเทียม และเกลือ เป็นหลัก จนเกิดกลิ่นและรสเปรี้ยว [1] และที่สำคัญคือเนื้อปลาสดที่ใช้ในการผลิตจะไม่ถูกบดให้ละเอียดซึ่งปลาน้ำจืดที่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลาสดมีทั้งปลาที่มีเกล็ดและปลาชนิดที่ไม่มีเกล็ด [2] ปลาชนิดที่มีเกล็ดที่นิยมนำมาทำปลาสด ได้แก่ ปลาดู ปลาตะเพียน ปลาขาว ปลานวลจันทร์ ปลาสุท ปลาสร้อย ส่วนปลาชนิดที่ไม่มีเกล็ดที่นิยมนำมาทำปลาสด คือ ปลาสวาย ปลาบั้ง ปลาตัวเป็นต้น [3] อาหารหมักประเภทปลานอกจากจะมีโปรตีนสูงแล้วยังมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวซึ่งการเกิดกลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัสที่เป็นลักษณะเฉพาะของปลาสดเกิดจากสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำหลายชนิด เช่น เปปไทด์ กรดอะมิโน แอลดีไฮด์ เอมีน และกรดอินทรีย์ [4] สารประกอบจำพวกไขมันก็จะเปลี่ยนไปเป็นสารให้กลิ่นรส สี และสารอาหารอื่นๆ [5, 6] การผลิตปลาสดพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย โดยมีศูนย์กลางการผลิตอยู่ที่จังหวัดอุดรเขยานครสวรรค์ อุบลราชธานี ยโสธร นครพนม และจังหวัดตามริมฝั่งแม่น้ำโขง

จุลินทรีย์ที่พบเป็นหลักในการทำให้เกิดปลาสดเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม Lactic Acid Bacteria โดยในผลิตภัณฑ์ปลาสดดั้งเดิมของไทยพบจุลินทรีย์แกรมลบ มีรูปร่างกลม (Cocci) ได้แก่ *Streptococcus Salivarius* และ *Enterococcus Faecalis* จุลินทรีย์ทั้ง 2 สายพันธุ์นี้ นอกจากจะมีความสำคัญในด้านการผลิตกลิ่นรสในปลาสดแล้ว ยังสามารถช่วยต่อต้านการเจริญของเชื้อ *Salmonella* ได้ดี และต่อต้าน *Staphylococcus Aureus* ได้เล็กน้อยอีกด้วย การนำจุลินทรีย์ที่พบหลักๆ 4 สายพันธุ์มาใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตปลาสด ไม่ทำให้ปลาสดมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้หัวเชื้อธรรมชาติที่เดิมโดยวิธี Back-Slopping [7] เนื่องจากจุลินทรีย์หลักที่พบในปลาสดเป็นสายพันธุ์ที่สามารถเจริญได้ดีในที่มีอากาศเล็กน้อย การนำปลาสดมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศจึงอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระหว่างกระบวนการหมักและทำให้คุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาสดเปลี่ยนแปลงไปหากเปรียบเทียบกับการบรรจุแบบให้มีอากาศภายในบรรจุภัณฑ์เล็กน้อย ทั้งนี้จะเห็นได้จากงานวิจัยที่มีการทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์ปราศจากออกซิเจนด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การบรรจุสุญญากาศ

และการบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจน ยังคงส่งผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมัก โดยการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการกำหนดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ [8, 9] นอกจากนี้การบรรจุด้วยระบบสุญญากาศยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ Dry Fermented Sausage อีกด้วย [10]

การบรรจุแบบสุญญากาศ เป็นการบรรจุที่มีการดูดอากาศในบรรจุภัณฑ์ออกไปและปิดผนึกให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าไปได้อีก ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทแล้วมีปริมาณลดลงกว่าปกติ และบรรจุภัณฑ์จะเกิดการหดตัวแนบชิดติดกับผลิตภัณฑ์ [11] สำหรับวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการบรรจุอาหารแบบสุญญากาศต้องประกอบไปด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศและถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารแบบสุญญากาศ ซึ่งควรเป็นพลาสติกที่มีความยืดหยุ่น ทนต่อการพับงอได้ดี และสามารถป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนและกลิ่นได้เป็นอย่างดี พลาสติกที่นิยมนำมาใช้ในการบรรจุแบบสุญญากาศ ได้แก่ พอลิเอไทม์ และพอลิเอทิลีน เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุเหล่านี้จะมีลักษณะเป็นฟิล์มใส มีความวาว แข็งแรง เหนียว และทนต่อการกัดกร่อน [12] อย่างไรก็ตามการเลือกชนิดของพลาสติกสำหรับการบรรจุอาหารแบบสุญญากาศนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ที่จะบรรจุ และสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และวิธีการขนส่ง ด้วยเช่นกัน จึงได้มีการพัฒนาถุงบรรจุอาหารที่ทำด้วยฟิล์มพลาสติกต่างชนิดประกบกัน เช่น แผ่นประกบที่ประกอบด้วยชั้นไนลอนและชั้นพอลิเอทิลีน หรือแผ่นประกบที่ประกอบไปด้วยชั้นพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) โดยให้ชั้นนี้เป็นชั้นที่สัมผัสกับอาหาร ตามด้วยชั้นของเอทิลีนไวนิลอะซิเตท (EVA) และชั้นของไวนิลลิดีนคลอไรด์ (VDC) หรืออาจจะใช้แผ่นประกบระหว่างฟิล์มพลาสติก

กับวัสดุอื่น เช่น กระดาษ หรืออะลูมิเนียม [13] เพื่อให้บรรจุภัณฑ์มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความหลากหลายในการผลิตค่อนข้างมาก โดยแตกต่างกันไปในแต่ละชุมชน สำหรับจังหวัดนครนายก จากการสำรวจชุมชนในอำเภองครักษ์และอำเภอใกล้เคียงพบว่า นอกจากการปลูกพืชผักผลไม้หลากหลายชนิดแล้ว ประชาชนยังนิยมเลี้ยงปลาน้ำจืด ทั้งที่เลี้ยงไว้รับประทานเองในครอบครัวและเพื่อการค้า ทำให้ในจังหวัดมีผลผลิตปลาน้ำจืด เช่น ปลาช่อน ปลานิล ปลาหมอ ปลาตะเพียน ฯลฯ ค่อนข้างมาก จนบางครั้งทำให้เกิดปัญหาผลผลิตมีมากเกินไปความต้องการและไม่สามารถระบายออกสู่ตลาดได้ทัน เนื่องจากช่องทางการจำหน่ายเป็นไปในลักษณะพื้นบ้าน ทำให้อายุการเก็บรักษาผลผลิตปลาสดต่ำมาก ชุมชนต่างๆ จึงพยายามนำเอาวิธีการถนอมอาหารแบบพื้นบ้านมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บและเป็นการสร้างความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์อีกด้วย สำหรับชุมชนตำบลศรีจุฬาลักษณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ได้รวมกลุ่มเพื่อนำผลิตภัณฑ์ปลาที่มีอยู่มากมาผลิตเป็นปลาสามเพื่อจำหน่ายตามคำสั่งซื้อของลูกค้า อย่างไรก็ตามบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุปลาสามซึ่งมีลักษณะเป็นถุงซิปลแบบตั้งได้ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ราคายาขยปลีกของผลิตภัณฑ์จึงสูงตามไปด้วย และทำให้การตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคน้อยลงทั้งที่ผลิตภัณฑ์ปลาสามของชุมชนมีรสชาติดีเป็นที่ยอมรับมาโดยตลอด อย่างไรก็ตามทางชุมชนมีความจำเป็นต้องรักษาบุคลิกของบรรจุภัณฑ์ให้ดูสะอาดและสวยงาม เนื่องจากได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นสินค้า OTOP และต้องรักษาคุณภาพด้านสุขลักษณะให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากปัญหาด้านบรรจุภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาจะเห็นว่า หากมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีราคาที่ต่ำลงได้ และมีรูปปลักษณ์ที่สะอาดและสวยงาม ชนส่งสะดวก จะทำให้ทางกลุ่มสามารถ

กระจายสินค้าได้มากขึ้น และสินค้าที่มีราคาต่ำลง จะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าได้ง่ายขึ้น ซึ่งถุงพลาสติก High Density Polyethylene (HDPE) เป็นถุงบรรจุอาหารที่มีราคาถูกและสามารถนำมาบรรจุแบบสุญญากาศได้ดี หากนำมาใช้บรรจุพลาสติกจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม ชนส่งง่าย อย่างไรก็ตามการบรรจุแบบสุญญากาศ อาจทำให้คุณภาพด้านอื่นๆ ของพลาสติกเปลี่ยนแปลง เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการหมัก ยังดำเนินต่อไป อาจทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส ของพลาสติกจากกลุ่มแม่บ้าน ในจังหวัดนครนายก ที่เก็บรักษาภาชนะสุญญากาศ เปรียบเทียบกับสภาวะมีอากาศ เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ และยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้สามารถวางจำหน่ายได้นานขึ้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์พลาสติกระหว่างอายุการเก็บ และเป็นแนวทางให้แก่ชุมชนในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยใช้บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### วัตถุดิบและการผลิตพลาสติก

พลาสติกและส่วนประกอบอื่นๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก นำมาจากชุมชนตำบลศรีจุฬาลักษณ์ จังหวัดนครนายก การผลิตพลาสติก ทำโดยนำพลาสติกมาล้างให้สะอาด ขอดเกล็ด นำเอาหัวและก้นออก จากนั้นหั่นตามขวางเป็นชิ้น ขนาดหนาประมาณ 1 นิ้ว แล้วนำมาคลุกกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เกลือ กระเทียม และข้าวสุก เมื่อส่วนผสมต่างๆ เข้ากันดีแล้ว นำขึ้นปลาที่ได้มาบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE)

### การศึกษาผลของการบรรจุแบบสุญญากาศ และอุณหภูมิต่อคุณภาพของพลาสติกนครนายก

นำพลาสติกที่บรรจุในถุง HDPE มาผึ่งในถุง ด้วยระบบที่ต่างกัน 2 แบบคือ ระบบสุญญากาศ และการบรรจุแบบธรรมดาที่มีอากาศภายในถุง ปลดปล่อยให้เกิดการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°C) และทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

กรณีที่ 2 เก็บที่ 4°C ทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาทุก 7 วัน เป็นเวลา 28 วัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

### การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พลาสติก

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยผู้ทดสอบ จำนวน 20 คน ให้คะแนนความแตกต่าง (Different from Control) ระหว่างพลาสติกในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ โดยเปรียบเทียบทางด้านกลิ่นรส รสเปรี้ยว และเนื้อสัมผัส กับตัวอย่างควบคุมที่เก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็ง การทดสอบให้ผู้ทดสอบทำการให้คะแนนเปรียบเทียบซึ่งอยู่ระหว่าง - 5 ถึง +5 โดยคะแนน +5 แสดงถึงคุณลักษณะที่ทดสอบแตกต่างในทิศทางที่มากกว่าตัวอย่างควบคุมมากที่สุด คะแนน - 5 แสดงถึง ตัวอย่างแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในทิศทางน้อยกว่ามาก เช่น กลิ่นเปรี้ยวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมมากที่สุด และ 0 คือไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ส่วนการยอมรับทำโดย Acceptability Test ใช้ระดับคะแนน 0 - 10 (0 คือ ไม่ยอมรับมากที่สุด และ 10 คือ ยอมรับมากที่สุด) โดยคะแนนการยอมรับน้อยกว่า 5 ถือว่าผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับการยอมรับ

การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยนำตัวอย่างพลาสติกมาทอดในกระทะเทฟลอน ทอดและทำการวัดอุณหภูมิใจกลางชิ้นพลาสติกให้ได้อุณหภูมิ 70°C

พักตัวอย่างให้เย็นแล้วนำมาตัดเป็นชิ้นขนาด 3 x 3 เซนติเมตร และเสิร์ฟตัวอย่างคู่กับตัวอย่างควบคุม

### การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาซม

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาซม โดยวัดค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือ Thiobarbituric Acid Value (TBA) และค่าน้ำหนักที่สูญเสียไป (Weight Loss) [14]

### การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาซม

ทำการตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาซม โดยตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Total Plate Count โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ตรวจสอบปริมาณยีสต์และราทั้งหมดโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาซมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยตรวจ *E. coli* และ Coliform ตามวิธีมาตรฐาน ISO 7251 : 2005 (Presumptive *E.coli*) และตรวจหาจำนวนของเชื้อ *Salmonella* ตามวิธีมาตรฐาน ISO 6579 : 2002 : Cor1 : 2004 กับ FDA BAM 2014, Chapter 5

## ผลการวิจัย

### การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาซม

การทดสอบทำโดยใช้วิธี Different from Control เป็นการทดสอบตัวอย่างที่เก็บรักษาในสภาวะการเก็บต่างๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่มีการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็ง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ เนื่องจากไม่สามารถใช้ตัวอย่างที่สดใหม่ในการทดสอบทุกครั้งได้ การทดสอบทำได้โดยให้ผู้ทดสอบทำการให้คะแนนเปรียบเทียบโดย คะแนนอยู่ระหว่าง - 5 ถึง +5 พบว่ารสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่  $p \leq 0.05$  เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน โดยลักษณะการบรรจุแบบสุญญากาศและไม่สุญญากาศไม่มีผลต่อรสเปรี้ยว อย่างไรก็ดี ทั้งอุณหภูมิและลักษณะการบรรจุไม่มีผลต่อคุณลักษณะอื่นๆ ของปลาซม ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาซม แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การยอมรับโดยรวมและคะแนนความแตกต่างด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างปลาซมจากตัวอย่างควบคุม\*

คุณลักษณะ	อุณหภูมิห้อง (30°C)				อุณหภูมิแช่เย็น (4°C)			
	สุญญากาศ		ไม่สุญญากาศ		สุญญากาศ		ไม่สุญญากาศ	
	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 28	วันที่ 14	วันที่ 28
กลิ่นรส	0.9 ± 1.1	1.7 ± 1.3	1.3 ± 1.1	1.1 ± 0.9	1.9 ± 1.7	1.0 ± 1.2	1.1 ± 1.4	0.9 ± 0.9
รสเปรี้ยว	1.8 <sup>b</sup> ± 0.6	2.8 <sup>a</sup> ± 1.0	2.8 <sup>a</sup> ± 1.0	3.2 <sup>a</sup> ± 0.9	1.2 <sup>b</sup> ± 1.0	1.7 <sup>b</sup> ± 0.9	1.7 <sup>b</sup> ± 0.9	1.1 <sup>b</sup> ± 0.7
เนื้อสัมผัส	1.7 ± 1.3	1.6 ± 1.2	1.7 ± 1.3	1.5 ± 0.8	1.1 ± 1.2	1.1 ± 0.7	1.0 ± 0.8	0.8 ± 0.9
การยอมรับโดยรวม	6.0 <sup>bc</sup> ± 1.2	5.5 <sup>c</sup> ± 1.4	6.8 <sup>abc</sup> ± 1.6	5.8 <sup>bc</sup> ± 1.6	6.6 <sup>abc</sup> ± 1.8	6.7 <sup>abc</sup> ± 1.2	7.1 <sup>ab</sup> ± 1.4	7.7 <sup>a</sup> ± 1.1

ระดับคะแนนความแตกต่าง 0 = ไม่แตกต่าง 1 = แตกต่างเล็กน้อย 2 = แตกต่างปานกลาง 3 = แตกต่างมาก 4 = แตกต่างมากที่สุด  
a,b,c อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

\* ตัวอย่างควบคุมเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง -25°C

## การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาซม

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาซม ได้แก่ ค่า pH ค่า TBA และค่าน้ำหนักที่สูญเสียไป เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาซมที่สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ กัน แสดงดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาระหว่างการเก็บรักษาปลาซมในระบบการบรรจุแบบสุญญากาศและไม่สุญญากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่า

ที่อุณหภูมิห้องการเปลี่ยนแปลงค่า pH ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA เพิ่มขึ้นเร็วกว่า ส่วนการย่อยและการสูญเสียน้ำหนัก (%WL) จะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าเมื่อเก็บในสภาวะสุญญากาศ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C จะพบการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นค่าการสูญเสียน้ำหนักซึ่งปลาซมที่เก็บในสภาวะสุญญากาศจะมีการสูญเสียน้ำหนักช้ากว่า

**ตารางที่ 2** ผลของสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิต่อค่า pH TBA และการสูญเสียของปลาซมในระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะการบรรจุ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา	pH	TBA mg malonaldehyde / kg	WL (%)
สภาวะที่มีอากาศ	30°C	วันที่ 0	4.56 <sup>a</sup> ± 0.19	2.20 <sup>d</sup> ± 0.15	0
		วันที่ 1	4.51 <sup>a</sup> ± 0.26	2.32 <sup>d</sup> ± 0.10	9.41 <sup>d</sup> ± 1.14
		วันที่ 2	4.28 <sup>ab</sup> ± 0.06	2.64 <sup>c</sup> ± 0.12	13.81 <sup>b</sup> ± 3.16
		วันที่ 3	4.20 <sup>b</sup> ± 0.05	3.31 <sup>b</sup> ± 0.07	13.91 <sup>bc</sup> ± 1.10 <sup>bc</sup>
		วันที่ 7	3.82 <sup>c</sup> ± 0.09	3.65 <sup>a</sup> ± 0.07	15.47 <sup>b</sup> ± 0.57 <sup>b</sup>
	4°C	วันที่ 0	4.56 <sup>a</sup> ± 0.19	2.20 <sup>d</sup> ± 0.15	0
		วันที่ 7	4.50 <sup>a</sup> ± 0.06	2.34 <sup>d</sup> ± 0.07	5.33 <sup>f</sup> ± 1.58
		วันที่ 14	4.40 <sup>a</sup> ± 0.05	3.10 <sup>b</sup> ± 0.09	6.63 <sup>e</sup> ± 1.04
		วันที่ 21	4.12 <sup>b</sup> ± 0.09	3.36 <sup>b</sup> ± 0.08	8.20 <sup>d</sup> ± 2.21
		วันที่ 28	3.89 <sup>c</sup> ± 0.07	3.45 <sup>a</sup> ± 0.08	9.03 <sup>d</sup> ± 2.56
สภาวะสุญญากาศ	30°C	วันที่ 0	4.56 <sup>a</sup> ± 0.19	2.20 <sup>d</sup> ± 0.15d	0
		วันที่ 1	4.44 <sup>a</sup> ± 0.13	2.30 <sup>d</sup> ± 0.13d	11.61 <sup>c</sup> ± 3.59
		วันที่ 2	4.36 <sup>ab</sup> ± 0.05	2.15 <sup>d</sup> ± 0.18d	12.42 <sup>c</sup> ± 0.97
		วันที่ 3	4.30 <sup>b</sup> ± 0.06	2.50 <sup>c</sup> ± 0.16	14.16 <sup>b</sup> ± 0.88
		วันที่ 7	3.97 <sup>c</sup> ± 0.13	2.74 <sup>c</sup> ± 0.17	17.81 <sup>a</sup> ± 0.47

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

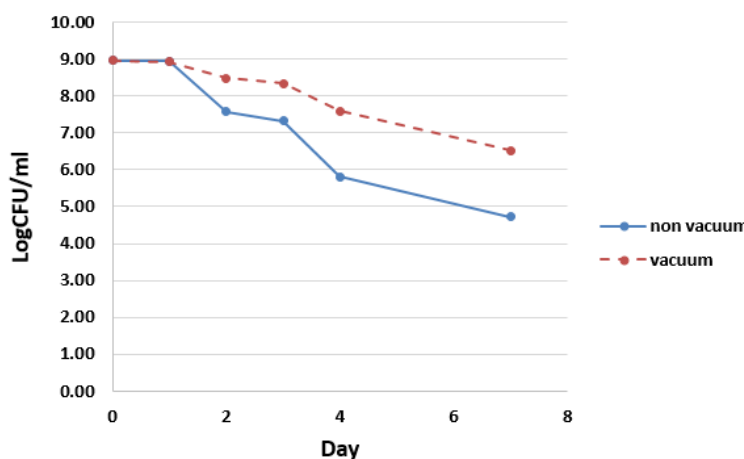
สภาวะการบรรจุ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา	pH	TBA mg malonaldehyde / kg	WL (%)
	4°C	วันที่ 0	4.56 <sup>a</sup> ± 0.19	2.20 <sup>d</sup> ± 0.15	0
		วันที่ 7	4.48 <sup>a</sup> ± 0.08	2.09 <sup>e</sup> ± 0.07	5.79 <sup>f</sup> ± 1.93
		วันที่ 14	4.39 <sup>ab</sup> ± 0.04	2.10 <sup>de</sup> ± 0.09	5.64 <sup>f</sup> ± 1.83
		วันที่ 21	4.08 <sup>b</sup> ± 0.03	2.25 <sup>d</sup> ± 0.11	6.55 <sup>e</sup> ± 1.96
		วันที่ 28	3.82 <sup>c</sup> ± 0.06	2.76 <sup>c</sup> ± 0.20	7.05 <sup>e</sup> ± 0.75

<sup>a,b,c</sup> อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัม แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

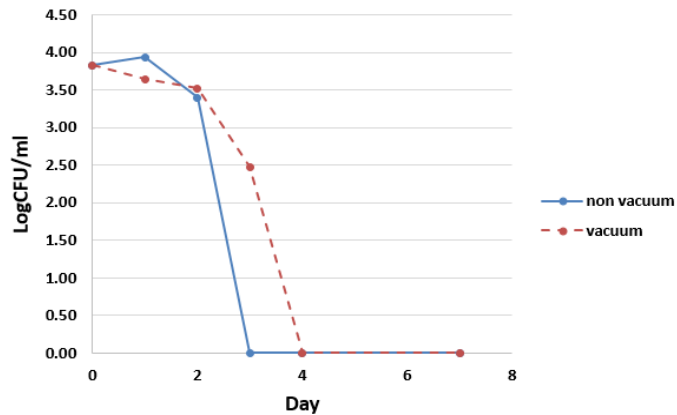
### การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสด

ในการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาสดที่เก็บรักษาในสภาวะมีอากาศและสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 30°C (อุณหภูมิห้อง) และ 4°C จะทำการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plat Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) แสดงดังภาพที่ 1 - 4

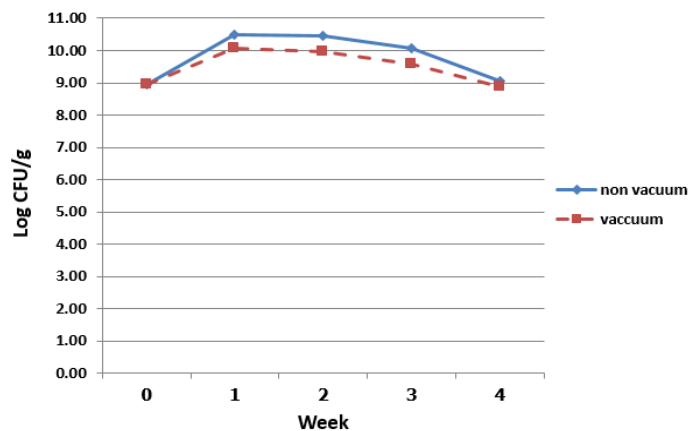
จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงยีสต์และราที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะพบการลดลงของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็วเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาที่ 4°C ส่วนลักษณะการบรรจุแบบสุญญากาศและไม่สุญญากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องเท่านั้น โดยการเก็บในสภาวะสุญญากาศทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงช้ากว่าการเก็บในสภาวะไม่สุญญากาศ



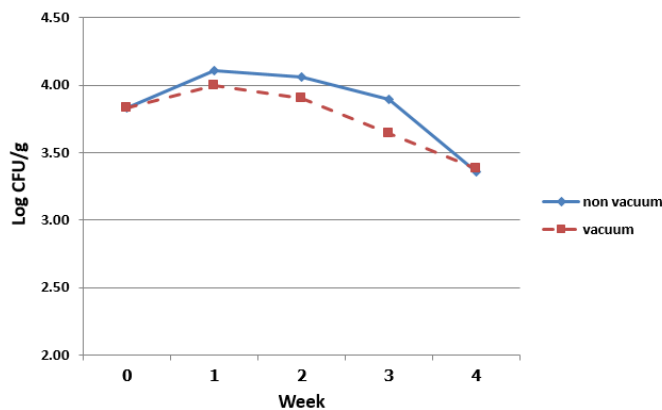
ภาพที่ 1 จุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วันในสภาวะบรรจุแตกต่างกัน



ภาพที่ 2 ยีสต์และราที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสามที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วันในสภาวะบรรจุแตกต่างกัน



ภาพที่ 3 จุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาสามที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะบรรจุแตกต่างกัน



ภาพที่ 4 ยีสต์และราที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสามที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะบรรจุแตกต่างกัน



การวิเคราะห์ปริมาณ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์ปลาสดพบว่า เมื่อผ่านการผลิตมาแล้วเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งนับเป็นวันที่ 0 ของการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ มีการตรวจพบ

*Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม (ตารางที่ 3) แต่หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ตรวจไม่พบ *Salmonella* ในตัวอย่างปลาสดทั้งที่เก็บในสภาวะมีอากาศ และสุญญากาศ

**ตารางที่ 3** การวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์ปลาสด เก็บรักษาที่ 30°C เป็นเวลา 7 วัน

จุลินทรีย์	ปริมาณที่พบ			
	สุญญากาศ		ไม่สุญญากาศ	
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 0	วันที่ 7
<i>Salmonella</i> spp.	พบในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม	พบในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
<i>E. coli</i>	$1.5 \times 10^4$ MPN/g	$9.3 \times 10^5$ MPN/g	$1.5 \times 10^4$ MPN/g	$9.2 \times 10^3$ MPN/g
Coliform	$1.1 \times 10^5$ MPN/g	$4.6 \times 10^6$ MPN/g	$1.1 \times 10^5$ MPN/g	$3.6 \times 10^3$ MPN/g

สำหรับปริมาณ *E. coli* และ Coliform นั้น ตรวจพบทั้งในตัวอย่างก่อนทำการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน โดยจำนวน *E. coli* และ Coliform มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ แต่เชื่อดังกล่าวจะลดลงอย่างมากเมื่อเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ (ตารางที่ 3)

### สรุปและอภิปรายผล

#### การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสด

จากการศึกษาการบรรจุปลาสดด้วยสภาวะที่แตกต่างกันทั้งที่เก็บในสภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิแช่เย็น (ประมาณ 4°C) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างปลาสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มของรสเปรี้ยวแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม มากกว่าตัวอย่างปลาสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ปลาสดที่บรรจุแบบสุญญากาศมีแนวโน้มของความเข้มข้นรสเปรี้ยวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ตัวอย่างที่บรรจุในสภาวะปกติมีแนวโน้มรสเปรี้ยวแตกต่างจาก

ตัวอย่างควบคุมมากกว่า ทั้งนี้สภาวะสุญญากาศ ทำให้อัตราการผลิตกรดแลคติกและแอมโมเนียจากการหมักมีอัตราส่วนที่แตกต่างจากสภาวะไม่สุญญากาศ ซึ่งทำให้ค่า pH ของตัวอย่างสูงขึ้นได้เล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา [15] อย่างไรก็ตาม pH ของตัวอย่างในแต่ละสภาวะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

เมื่อพิจารณาการยอมรับโดยรวมพบว่า ตัวอย่างทุกตัวอย่างได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ โดยตัวอย่างเก็บอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ในสภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด ส่วนตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นมีแนวโน้มได้รับการยอมรับสูงกว่า แม้ว่าจะเก็บไว้เป็นระยะเวลานานกว่า (4 สัปดาห์) จากผลการทดสอบนี้ สามารถสรุปแนวโน้มได้ว่าการใช้สภาวะการบรรจุแบบสภาวะไม่สุญญากาศ และแบบสภาวะสุญญากาศ ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ( $p > 0.05$ ) และตัวอย่างเป็นที่ยอมรับทั้งสองสภาวะ แต่อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพทางด้านรสเปรี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาต้ม

จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า ค่า pH ของปลาต้มมีแนวโน้มลดลง ในทุกๆ การทดลอง แสดงถึงปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาจากการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกที่ยังมีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่เวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่างกัน พบว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ปลาต้มที่อุณหภูมิ 30°C ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับที่ 4°C ทั้งที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มีจำนวนเหลืออยู่น้อยกว่าโดยเฉพาะในช่วงวันที่ 5-7 เหลือจุลินทรีย์ทั้งหมด 4 – 5 logCFU/ml ในขณะที่ปลาต้มเก็บรักษาที่ 4°C มีจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ประมาณ 10 logCFU/ml ทั้งนี้แม้ปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่า แต่ผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าเป็นผลมาจากอุณหภูมิในการผลิตกรดแลคติกของจุลินทรีย์ที่มีค่าที่เหมาะสมในช่วง 40 – 45°C [16] และค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5.5 – 6.0 [17] สำหรับกรณีการใช้บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศนั้นไม่ทำให้รูปแบบการผลิตกรดแตกต่างไปเมื่อใช้อุณหภูมิการเก็บรักษาเดียวกัน ซึ่งในการเก็บรักษาที่ 4°C พบรูปแบบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดเหมือนกันอย่างชัดเจน ส่วนในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C การลดลงของเชื้อในระบบที่มีอากาศเกิดขึ้นเร็วกว่าระบบสุญญากาศโดยจุลินทรีย์ที่ลดลงน่าจะเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ชอบอากาศ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแบคทีเรียแลคติกจะเจริญและผลิตกรดได้ดีในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือมีอากาศน้อย [18] แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอแบคทีเรียแลคติกจะผลิตสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ดี ซึ่งสารดังกล่าวจะทำให้เกิดออกซิเดชันของหมู่ซัลไฟไฮดริล ทำให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีน จึงเป็นผลให้เอนไซม์หลายตัวในจุลินทรีย์อื่นๆ เสียสภาพ นอกจากนี้ยังทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหายและจุลินทรีย์สูญเสียการควบคุมการผ่านเข้า

ออกของสารภายในและภายนอกเซลล์ [7] จากปริมาณกรดที่สร้างขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ที่ลดลงในสภาวะที่มีอากาศส่วนใหญ่ไม่ใช่แบคทีเรียแลคติก จึงทำให้รูปแบบการผลิตกรดแลคติกไม่แตกต่างกัน

การเก็บรักษาปลาต้มในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศทำให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจนน้อยลง ไขมันในอาหารจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ต่ำ ส่งผลให้ค่า TBA มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในสภาวะมีอากาศในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา (ตารางที่ 2) โดยการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์จากปลาเกิดขึ้นได้เป็นปกติ เนื่องจากในเนื้อปลามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก และการเก็บรักษาปลาต้มไว้เป็นเวลานานส่งเสริมการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้มากขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของเนื้อเยื่อปลาถูกทำลายทำให้กรดไขมันสัมผัสกับออกซิเจนในบรรยากาศมากขึ้น [5] จากการทดลองเมื่อพิจารณาการเก็บรักษาที่ 7 วัน จะพบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้ค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่า เนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้การเกิดออกซิเดชันเป็นไปได้ช้ากว่า นอกจากนี้การเก็บรักษาปลาต้มในสภาวะสุญญากาศยังทำให้ค่า TBA เปลี่ยนแปลงช้ากว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน เนื่องจากสภาวะที่มีออกซิเจนน้อยลง และสภาวะที่มีอากาศส่งเสริมให้แบคทีเรียแลคติกผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งอาจช่วยให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดได้มากขึ้น [19] จากการศึกษาพบว่า ปลาต้มที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4°C และบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่า TBA น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในเวลา 7 วันของการเก็บรักษา ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การสูญเสียในผลิตภัณฑ์จากปลาเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องให้ความสำคัญเนื่องจากทำให้สูญเสียน้ำหนักและมีผลต่อมูลค่าการขาย การใช้เนื้อปลาคุณภาพดีจะทำให้ผลิตภัณฑ์หมักจากปลา เช่น ส้มผัก มีการสูญเสียน้ำหนัก

ที่น้อยกว่า [20] จากตารางที่ 2 พบว่าการสูญเสีย น้ำหนักมากขึ้นเมื่อ pH ลดต่ำลง แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของ pH กับความสามารถในการ อุ่มน้ำของโปรตีนในเนื้อปลา โดยในกรณีของ เนื้อหมูการเปลี่ยนแปลง pH ทำให้เกิดการ เสียสภาพธรรมชาติของ Sarcoplasmic Protein และทำให้ความสามารถอุ่มน้ำของเนื้อลดลง [21] นอกจากนี้การลดลงของ pH ในเนื้อปลาที่ตาม ธรรมชาติที่ประมาณ 6.3 – 7.0 [22] ลงมาที่ 4.5 – 5.0 ระหว่างการหมักและการเก็บรักษา จะส่งเสริมการทำงานของ Proteolytic Enzyme ทำให้เกิดการย่อยสลายเนื้อปลาได้เร็วขึ้น และทำลายความสามารถในการอุ่มน้ำของเนื้อปลา ได้อีกทางหนึ่ง [14] สำหรับการลดอุณหภูมิ นั้น มีผลต่อการทำงานของ Proteolytic Enzyme ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถ อุ่มน้ำของเนื้อปลาที่ดีขึ้นระหว่างการเก็บรักษา [21]

#### การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ภาพที่ 1 และ 3 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดเริ่มต้นที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 3 วัน มีปริมาณค่อนข้างสูง คืออยู่ที่ประมาณ 9 logCFU/g ของตัวอย่าง จากนั้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°C จำนวนจุลินทรีย์ ที่มีชีวิตจะลดลง อย่างต่อเนื่องทั้งการเก็บรักษาในสภาวะ มีอากาศและสุญญากาศ โดยพบว่าจุลินทรีย์ ทั้งหมดลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อ pH ของผลิตภัณฑ์ลดต่ำกว่า 4.00 ทั้งนี้อกจากความสามารถในการผลิตไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และสารต้านจุลินทรีย์อื่นๆ ของแบคทีเรีย แลคติกซึ่งทำให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ลดจำนวน ลงได้แล้ว [7] แบคทีเรียแลคติกเองยังมีความ สามารถในการทนต่อสภาวะกรดได้ดีกว่า โดยกลุ่ม *Lactobacillus* ซึ่งอาจพบได้ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก หลายชนิด รวมถึงผลิตภัณฑ์หมักจากปลาของไทย

เช่น ปลาร้า ปลาสาม [23] สามารถทนต่อ สภาวะกรดได้ดีที่ pH สูงกว่า 5.4

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์ปลาหมักแสดงดังภาพที่ 2 และ 4 พบว่า ยีสต์และรามีการลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 3-4 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของกรดอินทรีย์ ในระบบ ทำให้ยีสต์และราซึ่งโดยปกติแล้ว ไม่สามารถทนกรดได้ดีนั้นกลดจำนวนลง อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการเก็บปลาหมักไว้ที่ 4°C ยังคงพบยีสต์และราอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ เนื่องจากการที่ค่า pH ในระบบลดลงอย่างช้าๆ ทำให้ยีสต์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ที่เป็นกรดได้ดีขึ้น โดยหากทำการเพาะเลี้ยงเซลล์ ยีสต์ในสภาวะที่เป็นกรดมาก่อนจะทำให้ยีสต์นั้น สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่เป็นกรดได้มาก ขึ้นกว่าเซลล์ที่ผ่านการเลี้ยงในสภาวะที่เป็นกลาง โดยอาศัยการเพิ่มจำนวนเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง กับการขับโปรตอนออกนอกเซลล์ และการ เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ [24] สำหรับเชื้อรา นั้นไม่ปรากฏให้เห็นในผลิตภัณฑ์

สำหรับการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์นั้น เมื่อพิจารณาจากค่า pH ของตัวอย่างพบว่ามีค่าต่ำกว่า 4.2 ซึ่งเป็นค่า pH ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียในกลุ่ม *Salmonella* ได้ [25] นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติกยังสามารถผลิต สารต้านจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ซึ่งโดยส่วนใหญ่ มีฤทธิ์ต้าน *Salmonella* ได้เป็นอย่างดี [26] และในกรณีของจุลินทรีย์กลุ่ม *E. coli* นั้น เนื่องจาก *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ดีในที่ๆ ไม่มีอากาศ ดังนั้น สภาวะสุญญากาศจึงเป็นการส่งเสริม การเจริญของ *E. coli* ทั้งนี้แม้ว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ ปลาหมักในบรรจุภัณฑ์ที่มีอากาศจะช่วยลดการ ปนเปื้อนของ *E. coli* ได้ นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติก ในผลิตภัณฑ์ปลาหมักส่วนใหญ่จะผลิตสารต้าน จุลินทรีย์ได้ดีในสภาวะที่มีอากาศ ซึ่งสารดังกล่าว สามารถออกฤทธิ์ได้ดีกับแบคทีเรียในกลุ่ม

*Salmonella* และ *Staphylococcus Aureus* และมีบางชนิดที่สามารถต้านการเจริญของ *E. coli* ได้ดี [7] อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบพบปริมาณ *E. coli* ในตัวอย่างปลาสดจากนครนายก เกิน 10 MPN/g ซึ่งถือว่าเกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอยู่มาก[27]และต้องมีการปรับปรุงด้านสุขลักษณะการผลิตเพื่อให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยอาหาร

โดยสรุปการบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ผ่านการหมักแล้วในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ

จะช่วยให้การยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคสูงขึ้น เมื่อเก็บปลาสดในอุณหภูมิแช่เย็น (4°C) ซึ่งเป็นผลมาจากค่า TBA ที่น้อย อย่างไรก็ตามการบรรจุแบบสุญญากาศไม่ช่วยรักษาคุณภาพทางจุลินทรีย์และทางเคมีด้านอื่นๆ หากไม่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมด้วย ดังนั้นหากต้องการพัฒนารูปแบบการบรรจุปลาสดให้เป็นแบบสุญญากาศควรมีการศึกษาและพัฒนาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ร่วมด้วย เพื่อให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Adams, M.R. (1986). Fermented fish product. In: Adams, M.R. (Ed.). *Micoroorganism in the Production of Food*. Amsterdam: Elsevier. 23:179-193.
- [2] อลิศรา เรืองแสง; รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย; และ อรอนงค์ ไชยเชษฐ. (2547). ดัชนีคุณภาพของปลาสดที่ผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. 24(1-3): 20-36.
- [3] สมศักดิ์ บุญชู. (2543). ปลาสดกับวิถีชีวิตของชาวจังหวัดยโสธร. ใน *รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ*. ม.ป.พ.
- [4] Diaz, O.; Fernandez, M.; Garcia de Fernando, G.D.; de la Hoz, L.; & Ordonez, J.A. (1993). Effect of the addition of pronaseE on the proteolysis of dry fermented sausage. *Meat Science*. 34: 205-218.
- [5] Morrissey, P. A.; Sheehy, P. J. A.; Galvin, K.; Kerry, J. P.; & Buckley, D. J. (1998). Lipid stability on meat and meat products. *Meat Science*. 49: s73-s86.
- [6] Paludan-Müller, C.; Huss, H.H.; & Gram, L. (1999). Characterization of lactic acid bacteria isolated from Thai low-salt fermented fish product and the role of garlic as substrate for fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 46: 219-229.
- [7] Hwanhlem, No.; Buradaleng, S.; Wattanachant, S.; Benjakul, S.; Tani, A.; & Maneerat, S. (2011). Isolation and screening of lactic acid bacteria from Thai traditional fermented fish (*Plasom*) and production of Plasom from selected strains. *Food Control*. 22: 401-407.
- [8] Rubio, B.; Martínez, B.; Dolores García-Cachán, M.; Rovira, J.; & Jaime, I. (2008). Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*. 80: 1182-1187.

- [9] Ščetar, M.; Kovačič, E.; Kurek, M.; & Galić, K. (2013). Shelf life of packaged sliced dry fermented sausage under different temperature. *Meat Science*. 93: 802-809.
- [10] Ansorena, D.; & Astiasarán, I. (2004). Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*. 67: 237-244.
- [11] Callaghan, K. (2008). Food Standards Agency guidance on the safety and shelf-life of vacuum and modified atmosphere packed chilled foods with respect to non-proteolytic *Clostridium botulinum*. *Food Standards Agency*. p. 22.
- [12] Awoyale, W.; Maziya-Dixon B.; & Menkir, A. (2013). Effect of packaging materials and storage conditions on the physicochemical and chemical properties of ogi powder. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 11: 242-248.
- [13] Rivas-Cañedo, A.; Nuñez, M.; & Fernández-García, E. (2009). Volatile compounds in Spanish dry-fermented sausage 'salchichón' subjected to high pressure processing. Effect of the packaging material. *Meat Science*. 83: 620-626.
- [14] Riebroy, S.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Kijrongrojana, K.; & Tanaka, M. (2004). Some characteristics of commercial Som-fug produced in Thailand. *Food Chemistry*. 88: 527-535.
- [15] Rubio, B.; Martínez, B.; González-Fernández, C.; García-Cachán, M. D.; Rovira, J.; & Jaime, I. (2006). Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef "Cecina de Leon": Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science*. 74: 710-717.
- [16] RedCorn, R.; & Engelberth, E. A. (2016). Identifying conditons to optimize lactic acid production from food waste co-digested with primary sludge. *Biochemical Engineering Journal*. 105: 205-213.
- [17] Ahring, K. B.; Traverso, J. J.; Murali, N.; & Srinivas, K. (2016). Continuous fermentation of clarified corn stover hydrolysate for the production of lactic acid at high yield and productivity. *Biochemical Engineering Journal*. 109: 162-169.
- [18] Samelis, J.; Kakouri, A.; & Rementzis, J. (2000). Selective effect of the product type and the packaging condition on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meat at 4°C. *Food Microbiology*. 17: 329-340.
- [19] Riebroy, S.; Benjakul, S.; & Visessanguan, W. (2008). Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters. *Learning with Technology*. 41: 569-580.
- [20] Riebroy, S.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; & Tanaka, M. (2007). Effect of ice storage of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, properties and acceptability of Som-fug, a fermented Thai fish mince. *Food Chemistry*. 102: 270-280.

- [21] Wilson, G. G.; & Laack, R. L. J. M. (1999). Sarcoplasmic proteins influence water-holding capacity of pork myofibrils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79(3): 1939-1942.
- [22] Olsson, G. B.; Seppola, A. M.; & Olsen, L. R. (2007). Water-holding capacity of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) muscle during ice storage. *Learning with Technology*. 40: 793-799.
- [23] Tanasupawat, S.; Shida, O.; Okada, S.; & Komagata, K. (2000). *Lactobacillus acidipiscis* sp. nov. and *Weissella thailandensis* sp. nov., isolated from fermented fish in Thailand. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 50: 1479-1485.
- [24] Piper, P.; Calderon, O. C.; Hatzixanthis, K.; & Mollapour, M. (2001). Weak acid adaptation: the stress response that confers yeasts with resistance to organic acid food preservatives. *Microbiology*. 147: 2635-2642.
- [25] Bernbom, N.; Ng, Y. Y.; Paludan-Muller, C.; & Gram, L. (2009). Survival and growth of *Salmonella* and *Vibrio* in som-fak, a Thai low-salt garlic containing fermented fish product. *International Journal of Food Microbiology*. 134: 223-229.
- [26] Liasi, S. A.; Azmi, T. I.; Hassam, M. D., Shuhaimi, M.; Rosfarizan, M.; & Ariff, A. B. (2009). Antimicrobial activity and antibiotic sensitivity of three isolates of lactic acid bacteria from fermented fish product, Budu. *Malaysian Journal of Microbiology*. 5(1): 33-37.
- [27] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาส้ม (มพช. 26/2557)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.